

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA – UnICEUB  
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO E SAÚDE  
CURSO DE NUTRIÇÃO**

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE LEUCINA EM EXERCÍCIOS  
FÍSICOS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

**Hugo de Souza Sales**

**Orientadora: Ms. Michele Ferro de Amorim**

Brasília  
2016

## INTRODUÇÃO

É consensual a ideia de que as necessidades nutricionais de atletas e praticantes de atividades físicas são maiores que a dos não inseridos nestas práticas. Para o alcance destas demandas a alimentação balanceada e variada precisa compor a maior quantidade possível de nutrientes que favoreçam o perfil destes sujeitos. Essa preocupação com o padrão estético e dietético é advinda da Grécia antiga, por meio das competições nos Jogos Olímpicos que promoviam este interesse em resultados breves e eficazes (GOSTON; CORREIA, 2009).

É comum na prática de esportistas e demais interessados em exercícios físicos programados, a estruturação de uma rotina que direcione esforços a uma dieta adequada ao alcance dos resultados esperados. Para Gonçalves (2013), além da prática de atividade física se faz necessário ao bom desempenho de esportistas o consumo de suplementos alimentares, tais como, a suplementação de proteínas, que é considerado favorável ao rendimento físico há bastante tempo.

Os suplementos alimentares são muito utilizados, eles atuam no fornecimento de nutrientes com eficiência variável. Através de adaptações fisiológicas, promovem melhora de desempenho e, por isto, alguns podem ser considerados recursos ergogênicos, pois agem intensificando a potência física, e aumentando o rendimento esportivo, além de atuarem nos benefícios às condições de saúde e estética (hipertrofia muscular) (OLIVEIRA, 2013).

As proteínas e seus componentes estruturais, aminoácidos, tem sua utilização crescente entre os indivíduos que objetivam aumento das reservas energéticas e ganho de massa muscular. Nove destes aminoácidos são considerados essenciais, uma vez que não podem ser sintetizados de modo endógeno, ou seja, devem ser ingeridos por meio da dieta. Dentre os ditos essenciais incluem-se três aminoácidos de cadeia ramificada (ACR); leucina, valina e isoleucina (ROCHA, 2011; ROGERO; TIRAPEGUI, 2008).

De modo geral os ACR são de alto potencial na recuperação muscular, e ademais podem conservar a massa muscular em condições caracterizadas por perda de proteína e catabolismo. Dentre estes, a leucina é bastante discutida na literatura, pois é considerado o aminoácido mais eficaz para estimular a síntese proteica, reduzir a proteólise e estimular direta e indiretamente a síntese de insulina, além disso, é responsável pela diminuição no catabolismo, redução de lesões

musculares, acelera o processo de recuperação e melhora das reservas energéticas (RIBEIRO; BORIN; SILVA, 2012; RODRIGUES; CUNHA; VASCONCELOS, 2014; JUNIOR, 2012).

O interesse em compreender a eficácia de proteínas e aminoácidos inseridos em combinação com treinamentos físicos fornece ao nutricionista recursos para execução de um plano de trabalho adequado e efetivo (GOSTON; CORREIA, 2009).

Com base nestas considerações o objetivo deste estudo foi identificar, por meio de revisão sistemática, as evidências do uso de suplementação a base de leucina combinada com exercício físico sobre a síntese muscular proteica e outros efeitos adicionais do suplemento nesta condição.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo Geral**

Identificar, por meio de revisão sistemática de literatura, os possíveis efeitos da suplementação de Leucina combinada a exercício físico.

### **Objetivos específicos**

- Descrever mecanismo de ação da leucina no exercício físico;
- Apresentar as propriedades fundamentais do aminoácido leucina na síntese proteica muscular;
- Descrever os efeitos adicionais da suplementação de leucina em exercício físico.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O presente estudo trata-se de uma revisão sistemática de literatura que buscou analisar estudos experimentais publicados nos últimos dez anos e utilizou como palavras-chave: leucina, suplementação e exercício físico, para as buscas em português, e “leucine, supplementation e physical exercise” para as buscas em inglês. Todas elas estão cadastradas nos Descritores em Ciências da Saúde e recorreu-se ao operador lógico “AND” para combinação dos termos utilizados para rastreamento das publicações.

Foram consultadas as seguintes bases de dados: Scielo (Scientific Eletronic Library Online), Pubmed (Public Medline), e portal de periódicos CAPES.

### **Critérios de inclusão**

Estudos publicados nos últimos dez anos, originais, que avaliem os efeitos da combinação da suplementação de leucina com exercício físico, em sujeitos (humanos ou animais) saudáveis, sedentários ou praticantes de atividade física.

### **Critérios de exclusão**

Estudos publicados anteriormente ao período estipulado, teses e dissertações, estudos que não apresentaram os efeitos do uso de dietas a base de leucina combinadas a algum tipo de exercício físico, estudos de revisão e artigos que apresentaram resultados do uso de leucina em condições patológicas específicas.

Para sistematizar a busca dos artigos foram realizadas quatro etapas: (1) busca dos artigos utilizando-se as palavras-chave citadas anteriormente; (2) leitura dos títulos dos estudos encontrados; (3) leitura dos resumos dos artigos; (4) leitura do artigo na íntegra e seleção dos estudos considerados adequados para fazerem parte da presente revisão.

A exclusão dos artigos durante as etapas foi realizada quando o mesmo apresentava algum dos critérios para sua exclusão.

Cada estudo selecionado foi categorizado de acordo o autor, ano de publicação, caracterização da amostra, protocolo de suplementação, protocolo de treinamento e resultado encontrado no estudo (**tabela 1**).

## RESULTADOS

O resultado inicial da busca dos artigos através das palavras-chave foi de um total de 126 publicações potencialmente elegíveis para inclusão na revisão. Ao realizar a leitura dos títulos, somente 32 estudos foram selecionados para próxima etapa, porém após a leitura dos resumos foi observado que somente 10 artigos atendiam inicialmente aos propósitos da presente revisão. Seguindo com a leitura dos artigos na íntegra, 8 publicações foram consideradas adequadas para fazerem parte do estudo (**Tabela 1**).

Com o intuito avaliar o efeito da leucina sobre o exercício físico, diversos trabalhos têm sido publicados. Os estudos que fizeram parte da presente revisão foram realizados entre os anos de 2007 e 2016 e apresentaram diversificação com relação à amostra, protocolos de suplementação e de treinamento utilizados e resultados encontrados (**Tabela 1**).

### Caracterização da amostra estudada

O tamanho amostral dos estudos variou de 8 a 24 participantes, de ambos os sexos, sendo 3 estudos realizados somente com homens e 2 com homens e mulheres. Nenhuma pesquisa foi realizada exclusivamente com mulheres. Além disso, 3 autores desenvolveram o estudo com animais (**Tabela 1**).

### Protocolos de suplementação de leucina

A suplementação da leucina das seguintes formas: isolada (n=4), no enriquecimento de soluções a base de Aminoácidos essenciais-EAA (n=3), combinada com outros aminoácidos de cadeia ramificada-ACR (n=1), associada à proteína whey-proteína do soro do leite (n=1) e combinada à solução de dexametasona (n=1). Alguns estudos utilizaram mais de uma dessas opções para um mesmo experimento (**Tabela 1**).

### Protocolos de treinamento

Os protocolos de treinamentos utilizados pelos autores foram tanto exercícios com sobrecarga (n=5), como natação (n=2) e ciclismo (n=1). De maneira

geral os protocolos de exercício centraram-se em exercícios de resistência, de moderados a intensos, e foram em sua maioria antecidos por um período de treinamentos a fim de determinar a carga, o limite de resistência até a fadiga dos sujeitos e a aproximação com as sequencias de exercícios a serem realizadas na etapa de execução das intervenções. **Tabela 1.**

Com relação aos resultados gerais encontrados sobre os efeitos da suplementação de leucina em exercícios físicos, estes foram bastante diversos e estão apresentados na tabela 1.

**Tabela 1.** Estudos que avaliaram o efeito da suplementação de leucina em exercícios físicos.

Referência	Caracterização da amostra	Protocolo de Suplementação	Protocolo de treinamento	Resultados
Dreyer et al, 2007	16 voluntários jovens (sexo masculino)	Grupo 1 (controle): Não receberam suplementação Grupo 2 (EAA+CHO): solução enriquecida de leucina(35%) + 0.5 g . kg <sup>-1</sup> .LM <sup>-1</sup> de carboidrato + 0.35g . kg <sup>-1</sup> . LM <sup>-1</sup> de EAA	Exercício com sobrecarga	Efeito positivo sobre a síntese proteica no grupo 2.
Pasiakos et al, 2011	8 voluntários jovens (7 masculino e 1 feminino)	Grupo1( Leucina- EAA): 3,5 g de leucina. Grupo2 (Leucina-EAA): 1,87 g de leucina.	Ciclismo	Efeito positivo na síntese proteica no grupo1
Churchward-Venne et al, 2012	24 adultos (sexo masculino)	Grupo1: proteína whey (25g) + leucina (3.0 g); Grupo2: proteína whey (6,25g) + leucinas livres (3.0 g); Grupo 3:proteína whey isolada (6,25g) + EAAs, sem adição de leucina	Exercício com sobrecarga	Efeito positivo da síntese proteica em repouso nos grupos 2 e 3 e sustentação da síntese proteica por indução do exercício no grupo 1



Nicastro et al., 2012	23 Ratos (machos)	Grupo DEXA e DEXA + RE: 5ml de DEXA Grupo DEXA+ Leu e DEXA+RE+Leu: 5ml de DEXA e 0,135g de leucina.	Exercício com sobrecarga	Aumento da massa plantar dos grupos DEXA+RE e DEXA+RE+LEU Piora da sensibilidade à insulina nos grupos DEXA+LEU e DEXA+RE+LEU Não atenuou o gasto muscular
Trabal et al., 2015	24 idosos (16 mulheres e 8 homens)	Grupo 1 (placebo): 10 g/ dia de maltodextrina. Grupo 2: 10 g/dia de leucina.	Exercício com sobrecarga	Efeito positivo da suplementação de leucina no ganho de força
Júnior et al., 2015	16 ratos (fêmeas)	Grupo A: Controle Grupo B: Treinamento Grupo C: Controle suplementado (1,5 % de leucina) Grupo D: Treinado e suplementado ( 1,5 % de leucina)	Natação	Leucina não potencializou os efeitos do treino e piorou a tolerância de glicose
Xia et al., 2016	40 ratos (machos)	Grupo 1: alanina (3,4%) sem exercício. Grupo 2: alanina (3,4%) e com exercícios físicos moderados. Grupo3: leucina (5%) combinados a exercício. Grupo4: leucina (5%) e sem exercício.	Natação	Efeito positivo sobre a síntese proteica e diminuição da degradação de proteínas.
Moberg et al., 2016	8 Adultos (Sexo masculino)	Todos ingeriram aleatoriamente: - Água aromatizada (placebo) - Leucina isolada (50 mg.	Exercício com sobrecarga	ACR, após exercícios de resistência, estimula a sinalização da

$\text{kg}^{-1}$ ), - Suplementação de EAA (290mg.kg) - Suplementação de ACR (110 mg. $\text{kg}^{-1}$ )	mTORC1 de modo mais potente do que a ingestão de leucina isolada, mas não de forma tão eficaz quanto o EAA.
--	--

## **DISCUSSÃO**

### **Considerações sobre os ACR**

A avaliação do metabolismo de aminoácidos perpassa pelos papéis de múltiplos tecidos no metabolismo do nitrogênio e de sua motilidade no organismo, sendo os órgãos envolvidos neste processo: fígado, rins, intestino e músculo esquelético. O músculo esquelético corresponde a uma média de 40% do total de aminoácidos do corpo e contem quase metade dos aminoácidos livres (LAYMAN; PAUL; OLKEN, 1996).

A investigação relacionada à utilização de aminoácidos se iniciou sob a hipótese que o processo de competição entre ACR (leucina, isoleucina e valina) resultava em fadiga (LANCHA JR, 2008).

Um dos argumentos para o aparecimento da fadiga é defendido pelo aumento dos níveis de serotonina no organismo e isso ocorre devido ao aumento da captação do aminoácido triptofano, precursor de serotonina, pelo sistema nervoso central (SNC) durante o exercício. Assim, quando mantidas as concentrações plasmáticas de ACR mantém-se o fluxo adequado de triptofano para o sistema nervoso, evitando a fadiga. Porém, a fragilidade desta hipótese está no fato de que a fadiga parece não está relacionada necessariamente com o aumento dos níveis de serotonina (LANCHA JR, 2008).

Para Torres-Leal et al. (2010) a literatura apresenta várias evidências que os aminoácidos agem como moléculas sinalizadoras e desempenham papéis importantes como: a regulação do metabolismo proteico, os efeitos sobre a homeostase da glicose, além da regulação de genes ao participarem da transcrição. Apesar da clara demonstração da contribuição dos ACR sobre a via de sinalização da insulina ainda há alguns aspectos controversos nesta condição.

De acordo com Layman, Paul e Olken (1996) é considerável que os aminoácidos desempenham um papel importante na homeostase energética durante períodos de alta demanda e baixa ingestão de energia, embora o nível qualitativo deste processo tenha sido esclarecido, o quantitativo ainda permanece incerto. O autor ainda ressalta que as concentrações de aminoácidos alteram-se associadas a ingestão de alimentos ou prática de exercícios, ainda que dentro de limites relativamente estreitos.

## **Mecanismos de ação da leucina e síntese proteica muscular**

O exercício aeróbio exaustivo produz uma condição catabólica transitória e de magnitude dependente da intensidade e duração do exercício, a qual resulta na liberação de aminoácidos dos tecidos viscerais e do músculo esquelético. Nesta condição a recuperação ocorre de 4 a 8 horas após o exercício e é dirigida pelo aumento da síntese proteica. Durante o exercício de resistência as alterações na renovação proteica produzem quebra de proteínas com liberação de aminoácidos para reserva livre (LAYMAN; PAUL; OLKEN, 1996).

De acordo com o estudo de Anthony et al. (2000) a suplementação de leucina é capaz de estimular a síntese proteica na musculatura esquelética. Os resultados da pesquisa que realizaram sugerem ainda que o aumento da síntese proteica nos sujeitos da amostra é dependente do aumento na taxa de tradução de RNAs mensageiros (RNAm), sendo delicadamente controlada pela via mTOR (mammalian target of rapamycin). A mTOR é a proteína alvo da rapamicina em mamíferos, responsável por ativar uma cascata de eventos bioquímicos intracelulares que culminam na fosforilação de proteínas envolvidas na etapa de tradução proteica (KOOPMAN, 2007).

Apesar de gerar aumento agudo da síntese proteica, o mecanismo que atua na estimulação da proteína quinase mTOR, através da suplementação de leucina, ainda é desconhecido, entretanto, considera-se a possível existência de receptores de membrana sensíveis à estimulação induzida por este aminoácido. Todos estes mecanismos levam ao aumento da tradução de RNAm, codificando proteínas (PROUD, 2007).

Há três proteínas regulatórias chaves que atuam junto a mTOR na estimulação da síntese proteica, entre elas: a proteína quinase ribossomal S6 de 70 kDA (p70S6k); a proteína 1 ligante do fator de iniciação eucariótico 4E (4E-BP1); e o fator de iniciação eucariótico 4G (eIF4G). Após a fosforilação da 4E-BP1 o eIF4E é liberado e pode unir-se ao eIF4G e ao eIF4A, para formar o complexo ribossomal, essencial para a continuação da tradução do RNA-mensageiro ao ribossomo na realização da síntese proteica (ROGERO; TIRAPEGUI, 2008).

A leucina apresenta um papel de destaque entre os aminoácidos em relação à síntese proteica e gliconeogênese, demais evidências acrescentam que a

oxidação de leucina sofre aumento com alta ingestão deste aminoácido e com exercício exaustivo. Os efeitos estimulatórios da leucina sobre a síntese proteica muscular costumam ocorrer por mecanismos dependentes de insulina (GONÇALVEZ, 2013).

Para Kater et al. (2011) o consumo de proteínas pós-exercício estimula o anabolismo e a concentração de proteínas e carboidratos no organismo é um dos fatores determinantes para um ambiente hormonal favorável aos processos de reposição do glicogênio e síntese proteica. Constata-se ainda que a concentração de insulina desempenha papel importante no processo anabólico pós-exercício.

Segundo Dryer et al. (2007) o exercício de resistência em combinação com a ingestão de EAA + CHO (carboidratos) estimula a sinalização do alvo da rapamicina em mamíferos (mTOR) e a síntese muscular proteica em humanos de modo independente. Assim, a utilização de soluções EAA+CHO pós-exercício pode aumentar ainda mais a síntese de proteínas do músculo. Para a pesquisa o autor utilizou uma solução de EAA rica em leucina (35%), combinada com histidina (8%), isoleucina (8%), lisina (2%), metionina (3%), fenilalanina (14%), treonina (10%) e valina (10%) e uma solução de carboidrato ( $0.5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{LM}^{-1}$ ). As soluções foram consumidas 1 hora após o término do exercício.

Neste estudo, os resultados apontaram que a síntese proteica do músculo e a fosforilação do 4E-BP1 durante o exercício foram significativamente reduzidas, porém a FSR (taxa sintético fracionada), correspondente a taxa de síntese da proteína muscular pós-prandial, foi elevada, no pós-exercício, em amostras coletadas em ambos os grupos após uma hora, mas foi muito mais elevada no grupo EAA+CHO em duas horas depois do exercício. O aumento do FSR foi associado com o aumento da fosforilação da mTOR e S6K1 ( $P < 0.05$ ). A fosforilação (da proteína quinase B) foi elevada em uma hora e retornou para a linha de base em duas horas no grupo controle, mas permaneceu elevada no grupo EAA+CHO ( $P < 0.05$ ). Esses dados indicam que o aumento da ativação do mTOR desenvolve um papel importante no aumento da síntese de proteínas musculares quando o exercício de resistência é seguido pela ingestão de EAA+CHO.

Ainda em se tratando de síntese proteica, no estudo de Pasiakos et al. (2011) os sujeitos participavam regularmente de 60 minutos de bicicleta ergométrica a 60% do  $\text{VO}_2$  máximo. Distribuídos em dois grupos, realizaram a ingestão de bebidas contendo 10 g de AEE em diferentes níveis de leucina, de modo que um

grupo recebeu uma solução com 1,87 g de leucina e outro uma solução enriquecida com 3,5g de leucina, todas administradas durante o exercício.

Os autores verificaram que a síntese miofibrilar proteica (MPS) foi 33 % maior após a ingestão da solução com 3,5 g de leucina quando comparada a de 1,87 g, permitindo considerar que a maior disponibilidade de leucina durante o exercício promove a reposição da proteína endógena, além disso, a fosforilação da proteína quinase mTOR aumentou trinta minutos após os exercícios, favorecendo a síntese proteica. Estes achados sugerem que o aumento da concentração de leucina em um suplemento de EAA ingeridos durante o estado de exercício elucida uma maior resposta da MPS durante a recuperação.

No estudo desenvolvido por Moberg et al. (2016) os voluntários realizaram um protocolo de exercícios resistidos. Durante a realização dos exercícios os sujeitos foram submetidos a ingestão aleatória de: água aromatizada (placebo), 50 mg. kg<sup>-1</sup> de leucina isolada, 290mg. kg<sup>-1</sup> de suplementação de EAA e 110 mg. kg<sup>-1</sup> de ACR.

Depois de 90 min de recuperação do exercício a atividade da S6K1 foi maior nos quatro ensaios essenciais e a atividade da 4E-BP1, não foi afetada pela suplementação. A ingestão do EAA parece estimular o início da tradução mais efetivamente do que os outros resultados, embora também se possa sugerir que esse efeito é primordialmente atribuído aos ACR. Em suma, a suplementação oral com ACR, após exercícios de resistência, estimula a sinalização da mTORC1 de modo mais potente do que a ingestão de leucina isolada, mas não de forma tão eficaz quanto o EAA.

Churchward-Venne et al. (2012) se comprometeram em examinar o papel da leucina na regulação da síntese de proteínas miofibrilares humana (MPS). Para isto foram recrutados 24 sujeitos jovens e saudáveis, do sexo masculino, que se submeteram a dez repetições de exercícios de resistência sob a extensão do joelho e na perna dominante. Foram providos de dieta (55% carboidratos, 30 % de lipídeos, 15% de proteínas) padronizada no dia anterior a infusão dos experimentos essenciais. Foram privados de exercício físico por 72 horas antes da realização do experimento e de consumir a refeição noturna antes das 22 horas.

Após imediata conclusão dos exercícios, de maneira randômica, foram administradas soluções na seguinte conformação: grupo1- proteína whey isolada (25g) contendo leucina (3g), grupo 2- proteína whey isolada (6,25g) suplementada

com leucina livre (3g), grupo 3- proteína whey isolada (6,25g) suplementada com EAA sem a adição de leucina.

A leucinemia foi equivalente entre os ensaios dos grupos 1 e 2 e elevada quando comparada ao grupo 3. De modo geral, os aminoácidos essenciais (EAAs) são capazes de aumentar a MPS, após exercícios de resistência em homens jovens, com uma média de 20 g de proteína, porém não se sabe se soluções de menor dosagem e com a inserção de outros aminoácidos poderiam ter efeito melhor.

Os autores relatam que uma dose de 6,25g de whey protein, suplementada com leucina ou uma mistura de EAAs sem leucina, estimula a MPS de modo semelhante à solução de 25 g de whey sob condições de repouso. No entanto, apenas 25 g de whey é capaz de sustentar as taxas da MPS por meio da indução de exercícios.

O estudo de Xia et al. (2016) buscou analisar através de 40 ratos machos a influência da suplementação de leucina combinada a treinos aeróbicos sobre o envelhecimento esquelético muscular e a vias de sinalização que controlam o equilíbrio de proteína muscular e remodelação do músculo. Os animais foram submetidos a exercício aeróbico moderado (45 min de natação por dia, com 3% de carga de trabalho de peso corporal) e alimentados com uma dieta de ração com 5% de leucina ou alanina (3,4%) por 8 semanas.

Os sujeitos da amostra foram organizados em: grupo 1: Suplementação de alanina na dieta sem exercício; grupo 2: Suplementados com alanina e exercícios físicos moderados; 3 grupo: Alimentados com leucina combinados a exercício; 4 grupo: Alimentados com leucina e sem exercício.

Os resultados revelaram que durante as 8 semanas de suplementação de leucina e treinamento aeróbico a atividade da mTOR foi elevada, e a junção da p70S6K com o seu alvo 4E-BP1, inibiu o sistema ubiquitina-proteasoma, sistema responsável pela regulação e degradação de proteínas mal formadas. Houve ainda aumento na área de corte transversal (CSA) das fibras do músculo gastrocnêmio branco. Desta forma o treinamento aeróbico moderado combinado com 5 % de suplementação de leucina tem a capacidade de aumentar o tamanho do músculo esquelético na contração rápida durante o envelhecimento, efeito este que é potencializado por meio do aumento de síntese proteica e da diminuição da degradação de proteínas.

Para Zanchi et al. (2009), apesar da suplementação de leucina parecer promissora, em situações de diminuição na síntese proteica e aumento da proteólise muscular sabe-se que o balanço proteico é modificado em condições atroficas específicas, assim é importante considerar uma relação entre dose e efeito como fator de influência para situações distintas, antes de generalizar a atuação da leucina como promissora em suas propriedades de síntese proteica.

### **Efeitos adicionais da suplementação de leucina em exercício físico**

Como citado anteriormente, adicionalmente às características comuns aos ACR, a leucina possui efeito terapêutico após exercícios de resistência, é responsável por resultados benéficos na redução de lesões musculares e também por acelerar o processo de recuperação (JÚNIOR, 2012).

A suplementação de leucina livre combinada a treinamento de resistência possui impactos significativos na força muscular e consequentemente aprimoramento da capacidade funcional de idosos. No estudo de Trabal et al. (2015) a análise combinada mostrou mudanças moderadas na força muscular isométrica da perna e de certos componentes do status funcional nos idosos. Os resultados indicaram, a partir de sua magnitude nas mudanças encontradas, o efeito positivo deste tipo de intervenção concomitante.

Na pesquisa de Trabal et al. (2015) foram recrutados 24 idosos saudáveis para comporem um estudo randomizado, duplo-cego, placebo-controle, paralelo com dois grupos de intervenção. Os participantes foram randomizados por blocos de dez sujeitos. Eram suplementados diariamente com leucina livre ou placebo durante um período de doze semanas de intervenções. Durante este período todos os participantes seguiram um programa adaptado de exercícios para idosos, durante 4 dias por semana.

Os sujeitos foram suplementados em dois grupos, um com 10 g / dia de leucina e o outro (placebo) com a mesma quantidade de maltodextrina. Os participantes ingeriam 5 gramas de proteína whey duas vezes ao dia, 60 min depois das refeições principais (almoço e jantar) de maneira duplo-cega. Adicionalmente participavam dos exercícios que consistiam em 5 minutos iniciais de aquecimento, 30 min de treinamento de força e 5 min de relaxamento. A maioria dos exercícios



eram executados na posição de sentados ou usando uma cadeira como suporte adicional.

Ao término destas intervenções foram observados ganhos clínicos significativos na força isométrica da perna e os resultados também revelaram como os participantes do grupo leucina superaram os do grupo controle. A análise dos resultados mostrou mudanças moderadas na força muscular isométrica da perna e alguns componentes do status funcional. A magnitude das mudanças encontradas nesses resultados é qualificada como um efeito positivo da combinação de exercícios e suplementação de leucina para idosos.

Júnior et al. (2015) organizaram um estudo que buscou analisar se a suplementação de leucina altera os efeitos do exercício físico sobre os parâmetros de homeostase da glicose e degradação proteica em ratos saudáveis. Os grupos foram divididos em: grupo controle (A), grupo treinamento (B), grupo controle suplementado (C) e grupo treinado e suplementado (D). Sendo este subdivididos em: sedentários (A e C) em exercício (B e D).

Os grupos C e D receberam como suplementação 1,5 % de leucina dissolvida em água e o protocolo utilizado pelos grupos em exercício consistiu em um período de adaptação de nado com duração de três sessões acrescidas progressivamente. Por fim a suplementação de Leucina não foi capaz de aumentar ou prolongar a atividade realizada e não teve efeito em nenhum dos parâmetros do teste, além disso, piorou a tolerância à glicose em ambos os grupos, sedentários e em exercício.

Adicionalmente ao estudo citando acima, Torres-Leal et al. (2010), apresentam a discussão de que o uso prolongado em altas doses de leucina contribui para a resistência à insulina oferecendo condições para hiperglicemia e, controversamente, afetar a estimulação da síntese proteica. Ao considerar que as partes das vias de sinalização da insulina e da síntese proteica fazem parte da regulação do metabolismo da glicose, altas doses de leucina podem comprometer este mecanismo e apontar uma contribuição negativa desta intervenção, porém em níveis úteis esta pode ser eficaz no tratamento de obesidade e diabetes.

Nicastro et al. (2012) apresentaram como objetivo investigar os efeitos do exercício de resistência (RE) e da suplementação de leucina (LEU) em dexametazona (DEXA) na indução da atrofia muscular e resistência à insulina. O estudo se deu com uma amostra de 23 ratos machos distribuídos em grupos: DEXA

(DEX; n=06), DEXA + RE (DEX-RE; n=05), DEXA+ Leu (DEX-LEU; n=07), e DEXA+RE+Leu (DEX-RE-LEU; n=05). Cada grupo recebeu 5 ml de dexametasona por sete dias com a água e os grupos de suplementação com leucina receberam 0.135 g por sete dias. Devido o dexametasona ter sido relatado como responsável pelo decaimento da ingestão alimentar, todos os grupos foram alimentados com este composto.

Os ratos realizaram 3 sessões de um exercício de agachamento em uma sessão diária com intervalo de descanso de 2 dias entre as sessões. Em cada sessão os ratos realizaram 3 sequencias de 10 repetições compostas de forças concêntricas que duraram aproximadamente 20 min. A altura mínima do levantamento de colar foi fixado em 3.0 cm porque observou-se que no aparato de treinamento essa era a altura mínima requerida ao animal para realizar uma flexão inteira plantar. O intervalo de descanso entre as repetições era de 10 a 20 segundos e o peso levantado em cada sessão era 70% do MVSC (Capacidade máxima de força voluntária).

A massa plantar foi significativamente maior nos grupos treinados quando em comparação aos não treinados. As áreas fibrilares e do musculo seccionado não se diferenciaram entre os grupos e ambos os grupos treinados apresentaram aumentos significativos de fibras intermediárias. A suplementação da leucina piorou a sensibilidade da insulina e não atenuou o gasto muscular em ratos tratados com DEXA. Controversamente, o exercício de resistência modulou a homeostase da glicose e a transição do tipo fibrilar no musculo plantar. Assim nota-se que os exercícios de resistência, mas não a suplementação de leucina, promoveu a transição fibrilar e proporcionou a homeostase da glicose em ratos tratados com DEXA.

## CONCLUSÃO

Os estudos analisados nesta revisão identificaram que a suplementação de leucina isolada ou combinada a soluções com carboidratos, EAA e ACR são eficazes no processo de síntese proteica muscular tanto em humanos como em animais. Foi observado ainda que esta situação se deve principalmente ao fato deste aminoácido atuar através da ativação da mTOR e das proteínas chaves envolvidas no processo de tradução do RNAm e, que este efeito é potencializado pela combinação desta intervenção com a prática de protocolos de exercícios físicos de moderados a intensos.

Porém, estudos relataram resultados negativos com relação à suplementação de leucina sobre a homeostase da glicose, tais como: aumento da glicemia e piora da sensibilidade à insulina e da tolerância à glicose. No entanto, ressalta-se que em doses adequadas a leucina pode exercer efeitos benéficos sem comprometer os mecanismos de regulação de glicose.

Com base no que foi exposto nesta revisão, verifica-se a necessidade de investimentos em estudos nesta área para que seja possível compreender o mecanismo que atua na estimulação da proteína quinase mTOR através da suplementação de leucina. Esta foi uma consideração de vários autores utilizados nesta revisão ao problematizarem que este mecanismo continua desconhecido e é de fundamental importância identificar melhor os fatores envolvidos nestes processos para viabilizar a precisão de intervenções acerca desta abordagem.

## REFERÊNCIAS

- CHURCHWARD-VENNE, T. A. et al. Supplementation of a suboptimal protein dose with leucine or essential amino acids: effects on myofibrillar protein synthesis at rest and following resistance exercise in men. **J physiol**, London, v. 590, n. 11, p. 2751-2765, 2012.
- DREYER, H. C. et al. Leucine-enriched essential amino acid and carbohydrate ingestion following resistance exercise enhances mtor signaling and protein synthesis in human muscle. **Am j physiol endocrinol metab**, Texas, v. 294, n. 1, p. 392-400, 2008.
- GONÇALVES, L. A. A suplementação de leucina com relação à massa muscular em humanos. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 7, n. 40, p. 212-223, jul/ago. 2013.
- GOSTON, L. J.; CORREIA, M. I. T. D. Suplementos Nutricionais: Histórico, Classificação, Legislação e Uso em Ambiente Esportivo. **Rev. Nutrição em pauta**, v.1, n.1, p. 12-28, 2009.
- JÚNIOR, J. M. C. et al. Leucine supplementation does not affect protein turnover and impairs the beneficial effects of endurance training on glucose homeostasis in healthy mice. **Amino acids**, New York, v. 47, n. 1, p. 745-755, 2015.
- JÚNIOR, M. P. Aspectos atuais sobre aminoácidos de cadeia ramificada e seu efeito ergogênico no desempenho físico humano. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 6. n. 36. p.436-448, 2012.
- KATER, P. D.; PIRES, A. B.; LIMA, M. C. S.; JÚNIOR, J. R. G. Anabolismo pós-exercício: influência do consumo de carboidratos e proteínas. **Colloquium Vitae**, v. 3, n.2, p.34-43, 2011.
- KOOPMAN, R. Role of amino acids and peptides in the molecular signaling in skeletal muscle after resistance exercise. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 17, n. 1, p. 47-57, 2007.
- LANCHA JR, A. H. Suplementos Nutricionais. In: HIRSCHBRUCH, M. D.; CARVALHO, J. R. de. **Nutrição esportiva: uma visão prática**. São Paulo: Manole, 2008. p. 40-45.
- LAYMAN, Donald K.; PAUL, Greg L.; OLKEN, Melissa H. Metabolismo de aminoácidos durante o exercício. In: WOLINSKY, I.; HICKSON JR, J. F. **Nutrição no exercício e no esporte**. São Paulo: Roca Ltda, 1996. p. 134-148.
- MOBERG, M. et al. Activation of mtorc1 by leucine is potentiated by branched chain amino acids and even more so by essential amino acids following resistance exercise. **Am j physiol cell physiol**, Stockholm, v. 1, n. 1, p. 1-31, 2016.

NICASTRO, H. et al. Effects of leucine supplementation and resistance exercise on dexamethasone-induced muscle atrophy and insulin resistance in rats. **Nutrition**, [S.L.], v. 28, n. 1, p. 465-471, 2012.

OLIVEIRA, R. A. Efeitos da combinação de diferentes suplementos alimentares na hipertrofia muscular em praticantes de treinamento de força. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**. v.7, n.40, p. 406-413, 2013.

PASIAKOS, J. M. et al. Leucine-enriched essential amino acid supplementation during moderate steady state exercise enhances postexercise muscle protein synthesis. **Am j clin nutr**, Boston, v. 94, n. 1, p. 809-818, mar./jun. 2011.

PROUD, C.G. Amino acids and mTOR signalling in anabolic function. **Biochemical Society Transactions**, v.35, n.5, p.1187-1190, 2007.

RIBEIRO, C. B.; BORIN, S. H.; SILVA, C. A. da S. A. Efeito de diferentes doses de leucina sobre as reservas glicogênicas da musculatura esquelética desnervada de ratos. **Medicina (Ribeirao Preto. Online)**, Brasil, v. 45, n. 1, p. 58-65, mar. 2012. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rmrp/article/view/47571>>. Acesso em: 25 Set. 2015.

ROCHA, N. N. R. Efeito do exercício de força na glicose sanguínea e análise dos valores lipídicos e composição corporal após o uso da leucina em pacientes com sobrepeso. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v.5, n. 40, 488-92, 2011.

RODRIGUES, A. L. P. ; CUNHA, A. D. ; VASCONCELOS, M. A. A. B. Aspectos atuais sobre o papel metabólico e fisiológico da leucina na hipertrofia muscular. **Lecturas Educación Física y Deportes**, Buenos Aires, v. 19, n. 1, p. 76-87, 2014.

ROGERO, M.M., TIRAPEGUI, J. Aspectos atuais sobre aminoácidos de cadeia ramificada e exercício físico. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 44, n. 4, p. 134-142 out./dez., 2008.

TORRES-LEAL, F. L.; VIANNA, D.; TEODORO, G. F. R.; CAPITANI, M. D.; TIRAPEGUI, J. Aspectos atuais do efeito da leucina sobre o controle glicêmico e a resistência à insulina: **Rev. Soc. Bras. Alim. Nutr. = J. Brazilian Soc. Food Nutr.**, São Paulo, SP, v. 35, n. 2, p. 131-143, ago. 2010.

TRABAL, J. et al. Effects of free leucine supplementation and resistance training on muscle strength and functional status in older adults: a randomized controlled trial. **Clinical interventions in aging**, Barcelona, v. 10, n. 1, p. 713-723, jan. 2015.

XIA, Z. et al. Hypertrophy-promoting effects of leucine supplementation and moderate intensity aerobic exercise in pre-senescent mice. **Nutrients**, [S.L.], v. 246, n. 8, p. 1-16, 2016.

ZANCHI, N.E, NICASTRO, H.; LIRA, F. S.; ROSA, J. C.; COSTA, A dos S.; JÚNIOR, A. H. L. Suplementação de leucina: nova estratégia antiatrófica. **Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte**. v.8, n 1. , p.113-122, 2009.